

# **Relation Analysis of Sea Surface Temperature And Chlorophyll-a Against Yellowfin (*Thunnus albacares*) Catch Using Aqua MODIS Satellite Image Data In West Coast Northern Sumatera**

**By :**

**Surya Rejeki W Lumbantobing<sup>1</sup>, Usman<sup>2</sup>, T. Ersti Yulika Sari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>) Student at Fisheries and Marine Science Faculty University of Riau, Pekanbaru

<sup>2</sup>) Lectures at Fisheries and Marine Science Faculty University of Riau Pekanbaru

## **ABSTRACT**

This study aimed to determine the relationship of sea surface temperature and chlorophyll-a by catch yellowfin fishing in the Coast of Western North Sumatera. This study conducted in the Archipelago Fishing Port Sibolga and continued with image interpretation in Regional Fisheries Laboratory Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Riau, Pekanbaru. This research uses Aqua MODIS satellite imagery level 1b data with a spatial resolution 1km. This study was conducted using a survey to get the catch and fishing Yellowfin position data from the Fishing Port Of Sibolga Archipelago. Spatial analysis methods are used to see the distribution of sea surface temperature and chlorophyll-a. In this study sea surface temperature more dominant fish catch yellowfin than chlorophyll-a. At sea surface temperature range of 27-29<sup>0</sup>C and chlorophyll-a concentration range of 1,03-1,09 mg/m<sup>3</sup> dominant in January, yellowfin caught more fish with 221,773 tons while the dominant sea surface temperature 30-32<sup>0</sup>C and chlorophyll-a concentrations 1,25-1.41 mg/m<sup>3</sup> in December yellowfin caught fish less of 2,892 tons.

*Key Words : Sea Surface Temperature, Chlorophyll-A, Satelite Imagery, Aqua MODIS, Thunnus albacares.*

---

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu sumber devisa negara Indonesia dari sektor perikanan adalah hasil tangkapan ikan tuna. Ikan tuna menduduki peringkat kedua penyumbang devisa negara terbesar dari sektor perikanan setelah udang (Widianto dan Nikijuluw, 2003).

Suhu permukaan laut (SPL) merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme dilautan, karena suhu mempengaruhi baik aktifitas metabolisme maupun perkembangbiakan organisme dilautan. Informasi tentang suhu permukaan laut dapat digunakan untuk mengetahui lokasi *front* dan *upwelling*. Fenomena *upwelling* dan *front* umumnya mengindikasikan kesuburan perairan. Dengan diketahuinya daerah perairan subur tersebut maka daerah penangkapan ikan dapat diduga, karena imigrasi ikan cenderung keperairan yang subur.

Klorofil-a adalah salah satu pigmen fotosintesis pada fitoplankton yang paling penting bagi organisme yang ada di perairan. Klorofil-a merupakan yang paling umum terdapat pada fitoplankton, oleh karena itu konsentrasi fitoplankton sering dinyatakan dalam konsentrasi klorofil-a. Jumlah klorofil-a merupakan indikator ketersediaan makanan bagi organisme pada tingkat tropik yang lebih tinggi (Parson *et al.*, 1984).

Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi yang sangat banyak dimanfaatkan para peneliti. Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979 dalam Sutanto 1987).

Pemanfaatan teknologi ini telah banyak digunakan dalam bidang perikanan dan kelautan seperti penelitian yang dilakukan oleh Lubis (2012) mengenai Studi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra Aqua MODIS (Kasus Perairan Barat Sumatera Utara) yang menyatakan bahwa ada korelasi yang sangat tinggi antara suhu permukaan laut citra dengan suhu permukaan laut *insitu*. A'la (2013) menyatakan bahwa sebaran suhu permukaan laut di perairan Barat Aceh pada musim timur tahun 2009-2011 termasuk kisaran suhu yang disukai ikan tuna yaitu  $17^{\circ}\text{C}$ - $31^{\circ}\text{C}$ , dari sebaran suhu permukaan laut dan kesuburan perairan Barat Aceh diketahui merupakan daerah potensial untuk melakukan penangkapan ikan tuna.

Fau (2013) menyatakan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut di pantai Barat Provinsi Sumatera Utara pada musim timur tahun 2009-2011 tergolong tinggi dengan nilai maksimum konsentrasi klorofil-a mencapai  $3,4 \text{ mg/m}^3$  dan nilai maksimum suhu permukaan laut mencapai  $34^{\circ}\text{C}$ .

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a menggunakan data citra satelit Aqua MODIS dan bagaimana hubungannya terhadap hasil tangkapan ikan Madidihang di perairan barat Sumatera Utara.

## 1.2 Perumusan masalah

Sebaran ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) diperairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor intern dan ekstern dari ikan tersebut. Suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan merupakan faktor *ekstern*. Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) tersebar diperairan dengan rentangan suhu tertentu dan tersedianya makanan diperairan tersebut sehingga dapat diprediksikan daerah penangkapan sehingga dapat melakukan kegiatan penangkapan yang optimal oleh nelayan.

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang dapat mendeteksi sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a. Salah satu teknologinya adalah satelit yang memiliki sensor yang dapat merekam objek-objek dipermukaan bumi dengan menggunakan tenaga cahaya matahari (gelombang elektromagnetik). Salah satu satelit yang dapat digunakan adalah satelit AQUA MODIS. Satelit ini memiliki rekaman objek dipermukaan bumi berupa citra. Melalui analisis citra ini maka dapat ditentukan nilai sebaran suhu permukaan laut dan sebaran klorofil-a

diperairan dan bagaimana hubungannya terhadap hasil tangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) di perairan Barat Sumatera Utara.

### 1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) di perairan Barat Sumatera Utara. Sedangkan manfaatnya adalah menjadi referensi atau informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya aplikasi penginderaan jauh dalam bidang perikanan dan kelautan dan untuk menambah wawasan dan pengetahuan peneliti dalam bidang penginderaan jauh.

### 1.4 Hipotesis

Ada pengaruh sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) di perairan Barat Sumatera Utara.

## BAB III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 di PPN Sibolga, dilanjutkan dengan interpretasi dan analisis citra satelit Aqua-MODIS di Laboratorium Daerah Perikanan Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Kawasan penelitian adalah perairan Barat Sumatera Utara pada posisi  $2^{\circ} 30' \text{ LU} - 0^{\circ}$  dan  $95^{\circ} \text{ BT} - 100^{\circ} \text{ BT}$  yang diasumsikan sebagai kawasan tangkap ikan Madidihiang perairan Barat Sumatera Utara.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mengolah data citra adalah seperangkat laptop Acer Aspire E1-431, dengan OS Windows 7 dengan spesifikasi Intel inside 1000M 1,8 Ghz, 14" HD LED LCD, RAM 2GB DDR3, 320 GB, Intel HD. Untuk mengolah dan interpretasi citra digunakan *software* Envi 4.5. Untuk layout sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a digunakan *software* Arcgis 10.

Bahan dalam penelitian ini adalah data hasil tangkapan bulanan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) di perairan Barat Sumatera Utara mulai bulan Januari-Desember 2013 yang diperoleh dari PPN Sibolga. Citra satelit Aqua MODIS level 1b pada perairan Barat Sumatera Utara bulan Januari-Desember 2013 diperoleh dengan cara mendownload dari <http://ladsweb.nasacom.nasa.gov> dengan resolusi spasial 1 km. Untuk memvalidkan data hasil tangkapan dengan daerah penangkapan, data rekaman spasial dan temporal posisi daerah penangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) bulan Januari-Desember 2013 diperoleh dari *log book* nelayan yang melapor ke PPN Sibolga.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan analisis keruangan (*spasial*). Metode survey digunakan untuk mendapatkan data sekunder yaitu hasil tangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) dari bulan Januari-Desember 2013, serta data posisi daerah penangkapan ikan Madidihiang (*Thunnus albacares*) pada bulan Januari-Desember 2013. Metode analisis keruangan digunakan untuk menganalisis secara visual data citra satelit Aqua MODIS yang telah diproses untuk mendapatkan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Barat Sumatera Utara.

### 3.4 Prosedur penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah menentukan nilai suhu permukaan laut dan klorofil-a melalui interpretasi citra kemudian menghubungkan nilai suhu dan klorofil tersebut dengan hasil tangkapan dengan menggunakan analisis deskriptif. Dalam pengolahan citra untuk mendapatkan nilai suhu permukaan laut dan klorofil-a maka terbagi atas beberapa tahap yaitu : prapemrosesan suhu permukaan laut dan klorofil-a, koreksi radiometrik dan geometrik (*rektifikasi*) citra, pemisahan darat dengan laut (*masking*), pemrosesan suhu permukaan laut dan klorofil-a, pemotongan citra (*cropping*) dan *layout* citra.

### 3.5 Analisis Data

Untuk melihat hubungan antara suhu dan klorofil-a dengan hasil tangkapan maka data primer dan data sekunder ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar dan kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan tujuan dari penelitian.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.2 Sebaran Spasial dan Temporal Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

Analisis visual citra sebaran suhu permukaan laut dominan bulan Januari-Desember tahun 2013 menunjukkan cenderung tinggi pada bulan Mei, November dan Desember, serta cenderung rendah pada bulan Juni dan Juli ditunjukkan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Kisaran SPL dan SPL dominan bulan Januari-Desember 2013 di Perairan Barat Sumatera Utara

No.	Musim	Bulan	SPL ( $^{\circ}\text{C}$ )	
			Kisaran	Dominan
1	Barat	Januari	27 – 34	27 – 29
		Februari	27 – 34	28 – 30
2	Peralihan I	Maret	27 – 34	27 – 29
		April	26 – 33	26 – 30

3	Timur	Mei	27 – 32	27 – 31
		Juni	26 – 32	27 – 28
		Juli	26 – 28	26 – 27
4	Peralihan II	Agustus	27 – 34	27 – 30
		September	27 – 34	27 – 30
		Oktober	26 – 33	27 – 29
		November	27 – 34	29 – 31
5	Barat	Desember	30 – 34	30 – 32

Sumber : Analisis citra Aqua-MODIS Januari-Desember 2013

Analisis visual citra konsentrasi klorofil-a bulan Januari-Desember Tahun 2013 menunjukkan cenderung tinggi pada bulan April, Mei dan Desember dan cenderung rendah pada bulan Februari dan Juli seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran Konsentrasi Klorofil-a dan Konsentrasi Klorofil-a dominan Bulan Januari – Desember 2013 di Perairan Barat Sumatera Utara

No.	Musim	Bulan	Konsentrasi Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> )	
			Kisaran	Dominan
1	Barat	Januari	0,856-1,25	1,03-1,09
		Februari	0,837-1,24	0,999-1,07
		Maret	0,913-1,3	1,09-1,14
2	Peralihan I	April	1,1-1,36	1,18-1,23
		Mei	1,08-1,42	1,08-1,28
		Juni	1,08-1,42	1,08-1,2
3	Timur	Juli	0,965-1,25	0,965-1,1
		Agustus	1,05-1,4	1,05-1,27
		September	0,858-1,26	1,03-1,14
4	Peralihan II	Oktober	1,06-1,3	1,15-1,22
		November	1,06-1,29	1,08-1,14
5	Barat	Desember	1,17-1,41	1,25-1,41

Sumber : Analisis citra Aqua-MODIS Januari-Desember 2013.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a dengan Hasil Tangkapan Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*)

Sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan mempengaruhi keberadaan organisme di perairan. Untuk hubungan sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan Madidihang (*Thunnus albacares*), berikut disajikan data sebaran suhu permukaan laut dominan dan klorofil-a dominan hasil analisis citra secara visual berserta tangkapan bulanan ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) yang didaratkan di PPN Sibolga pada Tahun 2013.

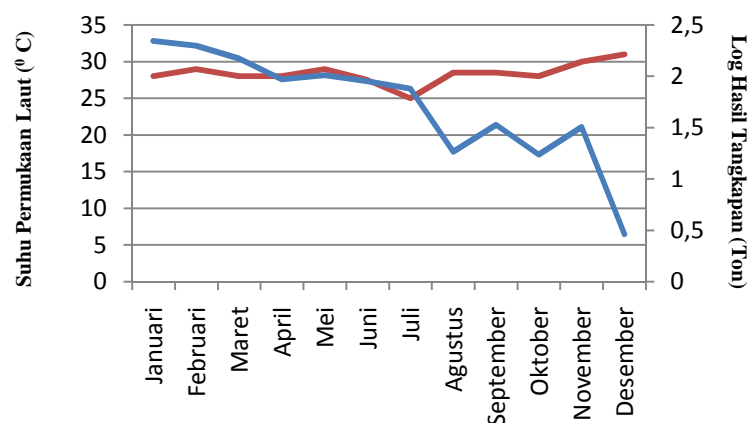
Tabel 3. Suhu Permukaan Laut Dominan, Konsentrasi Klorofil-a Dominan dan Hasil tangkapan Ikan Madidihang (*Thunnus albacares*)

No	Musim	Waktu	Spl Dominan (°C)	Klorofil-a Dominan (mg/m³)	Hasil tangkapan (Ton)
1	Barat	Januari	27– 29	1,03-1,09	221,773
		Februari	28 – 30	0,999-1,07	199,756
		Desember	30 – 32	1,25-1,41	2,892
Total					424,421
2	Peralihan I	Maret	27 – 29	1,09-1,14	149,08
		April	26 – 30	1,18-1,23	93,909
		Mei	27– 31	1,08-1,28	103,162
Total					346,151
3	Timur	Juni	27 – 28	1,08-1,2	89,675*
		Juli	26 – 27	0,965-1,1	76,187
		Agustus	27 – 30	1,05-1,27	18,407
Total					184,269
4	Peralihan II	September	27 – 30	1,03-1,14	33,767
		Oktober	27 – 29	1,15-1,22	17,326
		November	29 – 31	1,08-1,14	32,084
Total					83,177

Sumber : Data PPN Sibolga 2013

\*) Hasil Interpolasi Linear

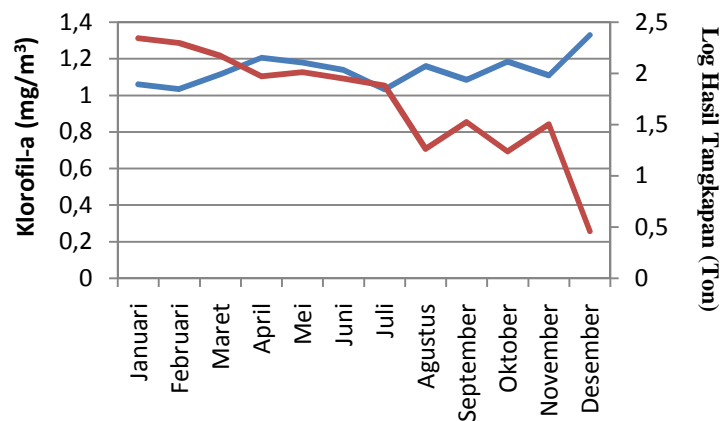
Hubungan suhu permukaan laut dominan rata-rata dan konsentrasi klorofil-a dominan rata-rata terhadap hasil tangkapan ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) yang disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Fluktuasi SPL dan Hasil Tangkapan

Gambar diatas menunjukkan nilai suhu permukaan laut dominan rata-rata dan hasil tangkapan ikan Madidihang (*Thunnus albacares*). Dapat dilihat bahwa hasil tangkapan mengalami penurunan seiring naiknya suhu permukaan laut. Hal

ini diduga bahwa Ikan Madidihang tidak menyukai dan menghindari suhu yang tinggi hal ini diperkuat dari sebaran suhu permukaan laut yang paling tinggi pada bulan Desember dengan hasil tangkapan yang rendah dengan jumlah 2,892 ton. Selama penelitian ikan Madidihang dengan hasil tangkapan tertinggi berada pada Musim Barat pada bulan Januari dengan jumlah 221,773 ton dengan sebaran suhu permukaan laut dominan 27-29<sup>0</sup>C dan bulan Februari dengan jumlah 199,756 ton dengan sebaran suhu permukaan laut 27-30<sup>0</sup>C.



Gambar 2. Fluktuasi Klorofil-a dan Hasil tangkapan

Gambar 2 menunjukkan hubungan konsentrasi klorofil-a dominan rata-rata dan hasil tangkapan ikan Madidihang (*Thunnus albacares*). Dari gambar dapat dilihat bahwa hasil tangkapan mengalami penurunan sementara nilai klorofil-a tinggi. Hal ini kuat diduga merupakan sifat dari ikan Madidihang (*Thunnus albacares*) yang senang hidup pada suhu optimum 19-23<sup>0</sup>C. Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a yang paling tinggi terdapat pada bulan Desember, tingginya klorofil-a ini dipengaruhi bahwa tingginya intensitas cahaya matahari pada bulan ini, jika dihubungkan dengan suhu permukaan laut pada bulan Desember dengan kisaran 30-32<sup>0</sup>C dan merupakan suhu permukaan laut yang tinggi selama penelitian, diduga bahwa dengan tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan namun karena suhu permukaan laut juga tinggi, hal ini mengakibatkan ikan Madidihang menjauhi daerah permukaan dan hubungannya dengan hasil tangkapan adalah nelayan lebih sulit lagi melakukan penangkapan sehingga hasil penangkapan pada bulan Desember juga rendah.

Klorofil-a tidak secara langsung berpengaruh terkait terhadap sebaran ikan Madidihang. Didalam piramida makanan ekosistem perairan laut, klorofil-a berada pada level pertama (produsen primer), sehingga terdapat jeda antara konsentrasi klorofil-a maksimum dengan keberadaan ikan Madidihang. Menurut Setyadji *et al.*, (2012) bahwa dari enam belas sampel analisis lambung ikan tuna sirip kuning menunjukkan bahwa perbandingan makanan ikan tuna sirip kuning didominasi oleh makkarel (53,9%), ikan lancet (7,9%), sarden (7,5%), ikan kembung (3,8%), ikan teri (1,0%), udang (2,1%), cumi-cumi (8,1%), dan lain-lain (15,54%) merupakan makanan utama tuna sirip kuning, sementara jenis chepalopoda (1,5%) dan crustace (0,3%) merupakan makanan tambahan.

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan mempengaruhi hasil tangkapan ikan Madidihang di perairan Barat Sumatera Utara. Sebaran suhu permukaan laut di perairan Barat Sumatera Utara selama tahun 2013 cenderung tinggi bulan Mei, November dan Desember dan cenderung rendah bulan Juni dan Juli. Sementara konsentrasi klorofil-a di perairan Barat Sumatera Utara selama Tahun 2013 cenderung tinggi pada bulan April, Mei, Juni dan Desember dan cenderung rendah pada bulan Februari dan Juli.

Hubungan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan pada penelitian ini menunjukkan dengan suhu permukaan laut dominan kisaran 27-29<sup>0</sup> C dan sebaran konsentrasi klorofil-a dominan 1,03-1,09 mg/m<sup>3</sup> pada bulan Januari ikan Madidihang tertangkap lebih banyak dengan jumlah 221,773 ton, sementara dengan suhu permukaan laut dominan kisaran 30-32<sup>0</sup>C dan konsentrasi klorofil-a dominan cenderung tinggi dengan kisaran 1,25-1,41 mg/m<sup>3</sup> pada bulan Desember ikan Madidihang tertangkap lebih sedikit dengan jumlah 2,892 ton.

Dalam penelitian ini suhu permukaan laut lebih dominan mempengaruhi hasil tangkapan ikan Madidihang dibandingkan sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan Barat Sumatera Utara.

### **5.2 Saran**

Penelitian selanjutnya direkomendasikan agar melakukan penelitian dengan menggunakan *time series* minimal 2 tahun. Sehingga dapat diketahui hubungan suhu permukaan laut dan sebaran konsentrasi klorofil-a dalam rentangan waktu yang panjang.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis menghaturkan Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, buat Kasih Rahmat dan KebajikanNya yang menyertai penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Usman, M.Si selaku Dosen Penasehat Akademis dan sekaligus sebagai dosen Pembimbing I dan kepada Ibu Dr. Ir. T. Ersti Yulika Sari, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberikan saran dan arahan yang bersifat membangun kepada peneliti. Ucapan terimakasih juga penulis ucapkan kepada pihak PPN Sibolga yang bersedia menerima peneliti dan memberikan data yang diperlukan peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga kepada Ikatan Kerohanian Kristen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (IK<sub>2</sub>FPIK) untuk pelayanan dan kebersamaan selama ini dan kepada teman-teman mahasiswa seperjuangan Jurusan PSP Angkatan 2009 buat kebersamaan dan persahabatan kita.

## **DAFTAR PUSTAKA**

A'la, A. M. 2012. Interpretasi Citra Aqua MODIS Untuk Pemetaan Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Kelompok Penelitian Remote Sensing Pusat



- Penelitian Oseanografi LIPI. Laporan Praktek Magang. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 33 Hal : 7-8.
- . 2013. Identifikasi Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Besar Pada Musim Timur Berdasarkan Sebaran Suhu Permukaan Laut di Perairan Barat Aceh. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 70 hal.
- Annas. R., 2009. Pemanfaatan Data Satelit MODIS Untuk Menentukan Suhu Permukaan Laut. Fakultas Teknik. Program Studi Elektro. Universitas Indonesia. Skripsi. Depok. 42 Halaman.
- Asrik. Q., 2006. Analisa Daerah Penangkapan Ikan Di Kelurahan Malebero Baru Kecamatan Teluk Segara Kota Bengkulu Provinsi Bengkulu. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 77 Hal. 5-6.
- Astuti, P. 2008. Wilayah Kesuburan Perairan Laut Jawa Pada Periode El Nino Dan Periode Normal. Skripsi. Departemen Geografi. Fakultas Matematika Dan Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok. 62 Hal : 14.
- Awaludin, S. 2009. Analisis Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) Berdasarkan Suhu Permukaan Laut Dan Sebaran Klorofil-A Di Perairan Mentawai, Sumatera Barat. Tesis Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 86 Hal : 16-34.
- Basuki, W. 2002. Analisa Hubungan Faktor Oseanografi Dengan Produksi Kwartal Dan Pola Pencarian Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Di Tujuh Kabupaten-Sulawesi Selatan. Thesis (Tidak Dipublikasikan). Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Cayre, P., and F. Marsac. 1993. Modeling The Yellowfin Tuna (Thunnus Albacares) Vertical Distribution Using Sonic Tagging Result And Local Enviromental Parameters. Aquat. Living Resour.6. page 1-14. [http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/b\\_fdi\\_35-36/39768.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_35-36/39768.pdf). Diakses 30 Januari 2015.
- Darmadi. 2011. Eksplorasi Ikan Tuna. <http://dhamadharma.wordpress.com/2011/11/09/eksplorasi-ikan-tuna/>. Diakses 16 Januari 2014.
- Fau, K. C. 2013. Ditribusi klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra Satelit Aqua MODIS Di Pantai Barat Provinsi Sumatera Utara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 51 hal.
- Fauzia, H.K. 2011. Pengaruh Fenomena IODM Terhadap Pola Penyebaran Kolrofil Di Perairan Barat Sumatera. Skripsi Sarjana, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 44 Hal.
- Feliatra, 2003. Pengembangan Perikanan Dan Kelautan Indonesia. Diktat Kuliah Ilmu Perikanan Dan Kelautan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Gunarso, W. 1991. Tingkah Laku Ikan Dan Perikanan Pancing. Institut Pertanian Bogor.
- Hadjar, N. 1993. Pengenalan Astronotika dan Teknologi Antariksa. ICMI. Jakarta. 280 Hal.

- <http://ilmukelautan.com/publikasi/oseanografi/fisika-oseanografi/405-pola-umum-angin-di-indonesia>. Diakses 17 november 2014.
- [http://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/science/EM\\_spectrum\\_compare\\_level1\\_lg.jpg](http://imagine.gsfc.nasa.gov/Images/science/EM_spectrum_compare_level1_lg.jpg). Diakses 12 Juni 2014.
- <http://ladsweb.nasacom.nasa.gov> . Diakses 22 April 2014.
- <http://oceanservice.noaa.gov/facts/upwelling.html>. Diakses 18 Januari 2014.
- <http://www.ga.gov.au/earth-observation/satellites-and-sensors/modis.html>). Diakses 1 April 2014.
- <http://www.indonesia.go.id/in/pemerintah-daerah/provinsi-sumatera-utara/sumber-daya-alam>. Diakses 10 Januari 2014.
- [http://www.uriit.ru/japan/our\\_resources/books/rstutor/volume3/mod1/1-1/mod1-1.html](http://www.uriit.ru/japan/our_resources/books/rstutor/volume3/mod1/1-1/mod1-1.html). Diakses 1 April 2014.
- Hutabarat, S. 1984. Pengantar Oseanografi. Penerbit Universitas Indonesia Indonesia. Jakarta.
- Karif, I. V. 2011. Variabilitas Suhu Permukaan Laut Di Laut Jawa Dari Citra Satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS. Skripsi Sarjana, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 61 hal.
- Kilpatrick, K.A., G.P. Podesta, and R.H Evans. 2001. Overview of the NOAA/NASA Pathfinder Algorithm for Sea Surface Temperature and associated Matchub Database. Journal Geophys research, vol. 106, p. 9176-9198.
- Laevestu, T. And I. Hela, 1970, Fisheries Oceanography Fishing News (Books), Ltd. London, 236 P.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1997. Remote Sensing and Image Interpretation. Terjemahan Dulbahri. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lubis, Z. 2012. Studi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Citra Aqua MODIS (Kasus Perairan Barat Sumatera Utara). Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 51 hal.
- Miazwir. 2012. Analisis Aspek Biologi Reproduksi Ikan Tuna Sirip Kuning (Thunnus albacares) Yang Tertangkap Di Samudera Hindia. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Program Studi Magister Ilmu Kelautan. Universitas Indonesia. Depok. 68 hal.
- Minnet, P.J., dan O.B. Brown. 2000. MODIS Infrared Sea Surface Temperature Algorithm: Theoretical Basis Document Version 2.0. University Of Miami. Miami.
- Nababan, B dan Simamora K. 2012. Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut di Perairan Natuna. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 4. No. 1. Juni 2012. Hal. 121-134. [http://www.itk.fpiik.ipb.ac.id/ej\\_itkt41/jurnal/70%20Variabilitas%20SP%20L%20CHL%20Natuna.pdf](http://www.itk.fpiik.ipb.ac.id/ej_itkt41/jurnal/70%20Variabilitas%20SP%20L%20CHL%20Natuna.pdf). Diakses 26 november 2014.
- Nurheryanto. 2009. Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Perairan Utara Sumbawa Menggunakan Citra Satelit MODIS. Skripsi Sarjana. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 70 Hal.
- Nuriya, H., Hidayah, Z., Nugraha, W. A. 2010. Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Dengan Pengolahan Citra Landsat ETM-7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat. Jurnal Kelautan. Vol.3, No.1. 1-7 .

- <http://ilmukelautan.trunojoyo.ac.id/file/1/halida.pdf>. Diakses 12 Januari 2012.
- Parson, T. R. Y. Takahashi. And B. Hargrave 1984. Biological Oceanography Proses. Pergamon Press. 3<sup>rd</sup> Edition. New York Toronto.
- Ramansyah, F. 2009. Penentuan Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-A Di Selat Sunda Dan Perairan Sekitarnya Dengan Menggunakan Data Inderaan Aqua MODIS. Skripsi Sarjana. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 Hal.
- Restianingsih, Y. H., Chodryah, U., Hidayat, T., Noegroho, T. 2013. Analisa Hubungan Kondisi Oseanografi dengan Fluktuasi Hasil Tangkapan Purse Seine Tuna di Laut Banda. Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan X ISOI 2013. <http://publikasi.isoi.or.id/index.php/prosiding-pit-x-isoi-2013/article/download/32/27>. Jakarta. 10 hal. Diakses 12 November 2014.
- Rosana, R dan Wahopid. 2005. Pola Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Sebaran Klorophyl-A untuk Menentukan Sebaran Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Pada Bulan Juli di Perairan Cilacap Jawa Tengah. Jurnal Perikanan, Vol. 2, No. 1, Agustus 2005: 19-24.
- Saanin, H. (1986). Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Bina Cipta Insani. Bandung. Halaman. 51.
- Sabins, F.F. Jr., 1978. Remote Sensing, Principles And Interpretation, W.H. Freeman And Co., San Fransisco.
- Silvia. 2009. Analisis Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Berdasarkan Suhu Permukaan Laut dan Sebaran Klorofil A di Perairan Mentawai Sumatera Barat. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Program Studi Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 71 Hal.
- Sinaga. 2006. Pembangunan Wilayah Pesisir Pantai dan Pulau-Pulau Kecil Melalui Program Agromerine Politan di Provinsi Sumatera Utara. Karya Tulis, Departemen Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Sumatera Utara. USU Repository.
- Statistik Kelautan dan Perikanan, 2011. Jakarta 272 Hal. <http://www.kkp.go.id/>. Diakses 16 Desember 2013.
- Stokes, GM. Dan S. E. Schwartz. 1994. The Atmospheric Radiation Measurement (ARM) Program ; Programmatic Background And Design Of The Cloud And Radiation Test Bed. Bull. Am. Met. Soc., 75 : 1201-1221.
- Sutanto, 1987. Penginderaan Jauh Jilid 1. Yogyakarta, UGM-Press, Cetakan Ke-2, 1992. 252 Hal.
- Wagiyo, K. 2011. Pemangsaan Ikan Madidihang (*Thunnus albacares* Bonnatere 1788) di Perairan Teluk Tomini dan Selatan Jawa. Prosiding. Seminar Nasional Tahunan VIII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Hal 105-112. [http://repository.ugm.ac.id/32364/1/Lembar ke 12 Penentua Lebar Jalur Hijau....pdf](http://repository.ugm.ac.id/32364/1/Lembar%20ke%2012%20Penentuan%20Lebar%20Jalur%20Hijau....pdf). Diakses 28 Januari 2015.
- Widianto dan Nikijuluw, V.P.H., 2003, Pedoman Investasi Komoditas Tuna Di Indonesia, Direktorat Sistem Permodalan dan Investasi, Direktorat Jenderal Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Pemasaran Departemen Kelautan Dan Perikanan. Jakarta, Hal 6.
- Wijaya, H. 2012. Hasil Tangkapan Madidihang (*Thunnus albacares*, Bonnatere 1788) Dengan Alat Tangkap Pancing Tonda dan Pengelolaannya di

- Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhan Ratu Sukabumi. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Program Studi Magister Ilmu Kelautan. Universitas Indonesia. Depok. 158 hal.
- Wilopo, M. D. 2005. Karakter Fisik Oseanografi Di Perairan Barat Sumatera Dan Selatan Jawa-Sumbawa Dari Data Satelit Multi Sensor. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Program studi Ilmu kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 102 Hal.  
<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/11723/C05wmd.pdf;jsessionid=2F0E317DE8F4E0D09017034D4D158F5D?sequence=>.  
 Diakses 9 januari 2015.